

УДК 621.892.09

***Е.П. Мельникова, канд. техн. наук***

# ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

В настоящее время при хонинговании металлических поверхностей в различных отраслях промышленности применяются керосин с минеральным маслом, а также ряд смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС) на основе воды с добавлением различных добавок[1,2].

Недостатком этих СОТС является то, что все они содержат большое число компонентов органического характера. Это существенно повышает их стоимость, а кроме того, применение для хонингования керосина в смеси с минеральным маслом повышает пожароопасность данных составов. Все это в свою очередь побуждает искать более дешевые заменители неминерального происхождения, нетоксичные, пожаростойкие и позволяющие получать качество поверхности при хонинговании не ниже, чем на керосине.

Предварительные исследования ряда водорастворимых неорганических полимеров, проведенные с целью определения возможности использования в качестве основы СОТС для хонингования, показали, что лучшими свойствами обладают составы на содержащие силикат натрия [3,4].

Цель настоящей работы – оценка износостойкости рабочих поверхностей гильз цилиндров двигателей, обработанных с применением двух видов СОТС (используемой в промышленности и разработанной силикатной) в период их эксплуатации.

Хонингование рабочих поверхностей гильз проводилось на одношпиндельном вертикально-хонинговальном станке 3Б 833. Расточка гильз – на вертикально-расточном станке 2Е 78 на одних и тех же режимах. Припуск на хонингование для всех гильз был одинаков  $0,05 \pm 0,01$ . При обработке использовалась обычная схема хонингования и режимы, представленные в табл. 1.

Таблица 1. Режимы хонингования

Расчетные размеры			Режим обработки			Время
диаметр, мм	длина, мм	$h$ , мм	$V_{\text{в.п.}}$ , м/с	$P$ , МПа	$V_{\text{вращ.}}$ , м/с	$T_{\text{в}}$ , с
92	150	0,05	0,15...0,20	0,15...0,22	0,7...1,0	30...45

Материал гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-53: чугун ИЧГ 33-М (ГОСТ 1412 –79). Режущий инструмент: бруски 100x8x3,5 АСО -Р11 80/63 (ГОСТ 9206-80). Шлифпорошок марки АСО из синтетических алмазов на эластичной связке Р11, зернистостью 80/63.

Оценка эффективности СОТС проводилась по качеству полученной рабочей поверхности после хонингования, съему металла и удельному расходу алмазов (ГОСТ 2456-82). Шероховатость поверхности после хонингования определяли по профилограммам, полученным на профилограф-профилометре завода "Калибр" модели 201. Замеры шероховатости производились по общепринятой

схеме в двух направлениях (рис. 1): по A1-A2 ( $\perp$  оси к.в.) и B1-B2 ( $\parallel$  оси к.в.) в местах остановки поршневых колец в положении ВМТ и НМТ, а также на среднем участке движения поршня (сечения 1-1, 11-11, 111-111).

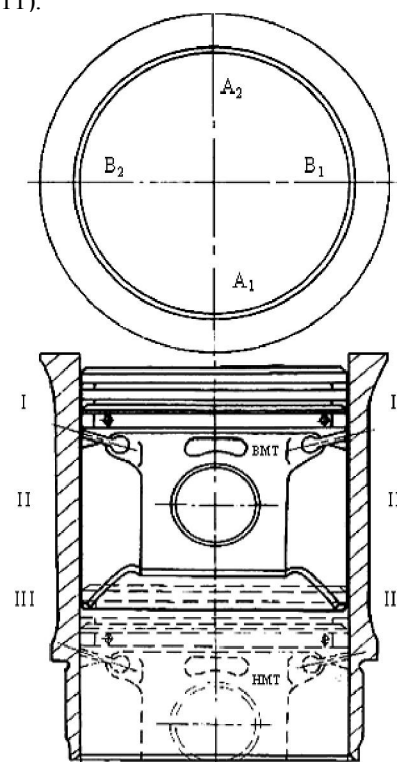


Рис. 1. Схема профилографируемых участков

Съем металла определяли измерением диаметров гильз в четырех плоскостях и трех сечениях индикаторным нутромером НИ 50 ...100-1 (ГОСТ 868-82) с ценой деления 0,01 мм до хонингования и после него.

Износ алмазных брусков определяли взвешиванием на аналитических весах модели АДВ-200 (с точностью  $\pm 0,1$  мг). Бруски перед взвешиванием промывали бензолом и просушивали. Результаты экспериментов приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты хонингования гильз цилиндров

Характеристика брусков	$P$ , МПа	СОТС	Шероховатость, мкм	Съем металла (изменение диаметра, мкм/мин)	Износ брусков, мг/г
АСО-Р1180/63	0,22	Керосин	0,45	81	0,14
		Силикатная	0,18	92	0,14

Как видно из табл. 2., шероховатость поверхности, полученная при хонинговании на силикатной СОТС, на класс выше, чем шероховатость поверхности после хонингования на смеси керосина с минеральным маслом И-20А. Алмазное хонингование с водным раствором обеспечивает улучшение чистоты

рабочей поверхности и такой же расход алмаза.

Создание при обработке геометрии поверхности, соответствующей оптимальной, формирующейся в нормальных условиях эксплуатации, не является полным решением задачи. Кроме оптимальной геометрии необходимо обеспечить оптимальные структуры и свойства поверхностных слоев. При обработке желательно получить такую микрогеометрию поверхности, которая обеспечивает приработку в минимальные сроки без перехода в процессы схватывания и с минимальными потерями на износ.

Хонингование рабочих поверхностей гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-53 с использованием силикатной СОТС обеспечило получение шероховатости поверхности на класс выше, чем при используемой на заводе смеси керосина с минеральным маслом. Это было достигнуто без увеличения расхода режущего инструмента, на том же оборудовании и тех же режимах обработки.

Для проведения эксплуатационных испытаний на Горловском авторемонтном заводе (г.Горловка, Донецкая область) были собраны 4 двигателя ЗМЗ-53. В каждый из них установили по 4 гильзы, обработанных на керосине с минеральным маслом (правый ряд гильз двигателя по ходу автомобиля) и по 4 гильзы после хонингования на силикатной СОТС (левый ряд). Гильзы были промаркированы, измерены, с поверхностями после хонингования снимались профилограммы (рис.2).

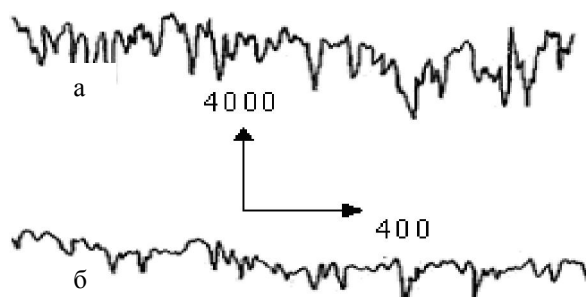


Рис. 2. Профилограммы рабочих поверхностей гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-53, обработанных: а – керосин+И-20А; б – силикатная СОТС ГУ(×400), ВУ(×4000)

Подконтрольные двигатели были установлены на автомобиле ГАЗ-53А. Три автомобиля эксплуатировались в городских условиях и один автомобиль в сельской местности. После пробега около 10 тыс. км и 60 тыс. км были выполнены в заводских условиях контрольные разборки и замеры гильз. Среднеарифметические величины износа гильз цилиндров и шероховатости рабочих поверхностей двигателей представлены на рис. 3.

Данные замеров показывают, что износ при пробегах 10 тыс. км и 60 тыс. км на гильзах после хонингования на силикатной СОТС на 0,01-0,02 мм меньше, чем на гильзах, обработанных с использованием керосина. Причем в первом случае износ более равномерен как по длине, так и по периметру гильзы.

После работы в двигателе шероховатость поверхности гильз, обработанных с применением силикатной СОТС, на класс выше, чем шероховатость

поверхности гильз, обработанных с использованием традиционной керосино – масляной СОТС (рис. 4).

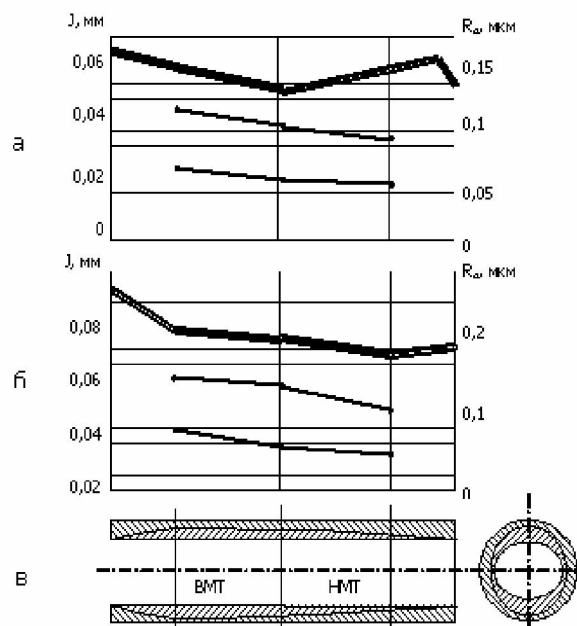


Рис. 3. Типовые графики износа гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-53 после пробега автомобилем 10 тыс. км (1), 60 тыс. км (2) и распределение высот микро-неровностей после 60 тыс. км пробега (3). Гильзы обработаны с использованием: а – силикатной СОТС; б – керосина+И-20А; в – схема износа гильзы

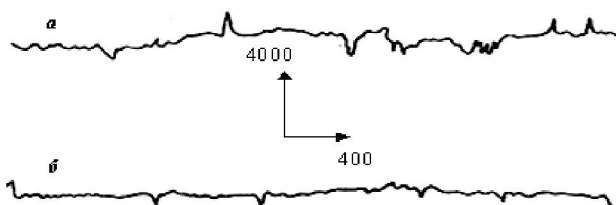


Рис. 4. Профилограммы рабочих поверхностей гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-53 после пробега автомобилем 60 тыс. км. Гильзы обработаны с использованием: а – керосина+И-20А; б – силикатной СОТС. ГУ(×400), ВУ(×4000)

Рабочие поверхности гильз в результате работы изменили свой исходный микрорельеф, присущий хонингованным поверхностям. Высота выступов шероховатости уменьшилась. Изменилась направленность рисок – теперь они ориентированы по направлению движения поршня. Как видно из приведенных фотографий (рис.5), процесс приработки у гильз после хонингования с использованием силикатной СОТС прошел эффективнее. Это подтверждают и поверхностные слои шлифов (рис. 6), вырезанных из отработавших гильз. На шлифах четко видна разница между поверхностными слоями двух образцов. Высота микровыступов и впадин поверхности, обработанной силикатной СОТС, значительно меньше, чем у поверхности, хонингованной с применением смеси керосин + И-20А. Полученные данные хорошо согласуются с результатами измерения мик-

ротвердости и анализа микроструктуры в поверхностных слоях. Измерение микротвердости поверхностных слоев гильз после пробега показали, что микротвердость поверхностного слоя после обработки силикатной СОТС на 60 НВ больше, чем после обра-

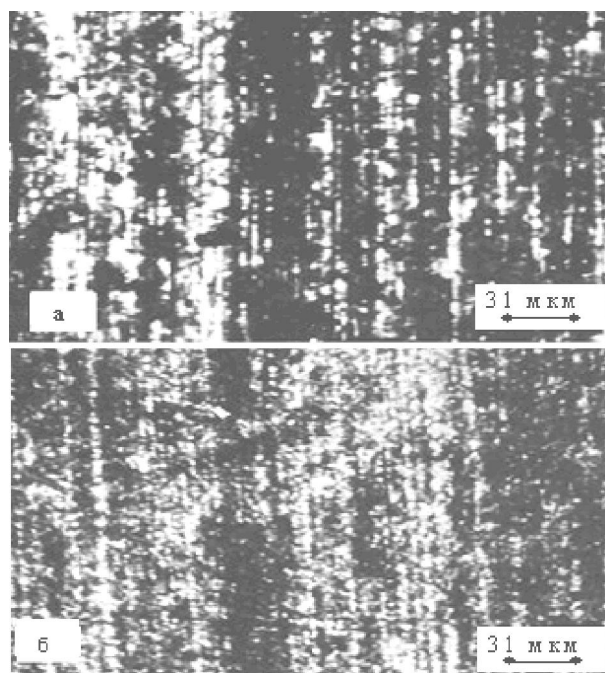


Рис. 5. Поверхность гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-53 после 60 тыс. км пробега автомобиля. Гильзы обработаны хонингованием с использованием: а – керосина+И-20А; б – силикатной СОТС

На рабочих поверхностях гильз, обработанных с использованием керосина, образовались микротрещины, что хорошо видно на приведенных микрофотографиях (рис. 7, а). Микротрещины ориентированы преимущественно перпендикулярно ходу поршня. Развитие возникающих трещин происходит вследствие концентрации напряжений при участии явлений коррозии металла и расклинивающего действия смазки. Трещины на гильзах после силикатной СОТС обнаружены не были (рис.7, б).

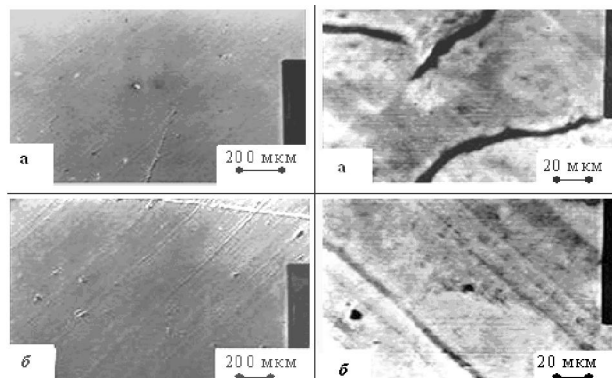


Рис. 7. Оптические (слева) и электронно-микроскопические (справа) фотографии поверхности гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-53 после 60 тыс. км пробега. Гильзы обработаны хонингованием с использованием: а – керосин +И-20А; б- силикатная СОТС

ботки керосино-масляной СОТС. Измерения рабочих поверхностей гильз, обработанных с использованием силикатной СОТС и керосина указывают на отсутствие существенных различий в макрорельефе поверхности после пробега автомобиля 60 тыс. км.

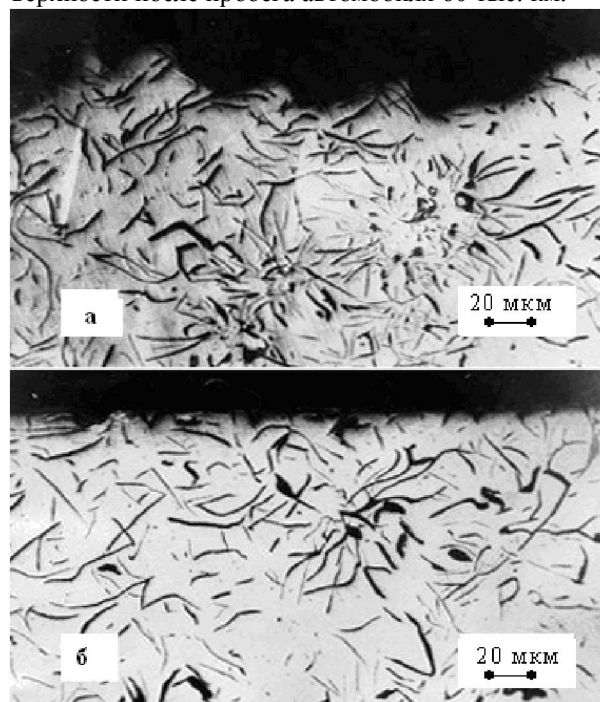


Рис. 6. Вид поперечных шлифов гильз цилиндров двигателя ЗМЗ-53 после 60 тыс. км пробега автомобиля. Гильзы обработаны хонингованием с использованием: а – керосина+И-20А; б – силикатной СОТС

Проведенные эксплуатационные испытания показали, что гильзы, обработанные с использованием силикатной СОТС, имели размерный износ на 0,01-0,02 мм меньше, чем гильзы, обработанные по традиционной технологии. В среднем использование разработанной технологической жидкости для хонингования повысило износостойкость цилиндропоршневой группы примерно в 1,2 раза.

#### Список литературы:

1. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки металлов резанием: Справочник / Под ред. С.Г. Энтелеса. - М.: Машиностроение, 1995. - 380 с.
2. Малиновский Г.Г. Масляные смазочно-охлаждающие жидкости для обработки металлов резанием. - М.: Химия, 1988. - 187 с.
3. Григорьев П.Н., Матвеев М.А. Растворимое стекло. - М.: Промстройиздат, 1956. - 350 с.
4. Головченко И.П., Зубков Е.Н. Жидкое стекло как основа для смазочных материалов. - Ростов н/Д, 1992. - 80 с.
5. Евдокимов Ю.А., Головченко И.П., Мельникова Е.П. Оценка эффективности силикатной смазочно-охлаждающей жидкости при хонинговании металлов// Трение и износ. - 1993. - Т. 14, №4. - С.746-750.